

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-20272

(P2010-20272A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

|              |             |                  |             |             |          |              |
|--------------|-------------|------------------|-------------|-------------|----------|--------------|
| (51) Int.Cl. |             | F I              |             |             |          | テーマコード (参考)  |
| <b>GO2F</b>  | <b>1/01</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>GO2F</b> | <b>1/01</b> | <b>C</b> | <b>2H079</b> |
| <b>GO2B</b>  | <b>6/12</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>GO2B</b> | <b>6/12</b> | <b>J</b> | <b>2H147</b> |

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

|              |                              |          |                                                       |
|--------------|------------------------------|----------|-------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2008-286878 (P2008-286878) | (71) 出願人 | 596180076                                             |
| (22) 出願日     | 平成20年11月7日 (2008.11.7)       |          | 韓国電子通信研究院                                             |
| (31) 優先権主張番号 | 10-2008-0066470              |          | Electronics and Telecommunications Research Institute |
| (32) 優先日     | 平成20年7月9日 (2008.7.9)         |          | 大韓民国大田廣域市儒城區柯亭洞 161                                   |
| (33) 優先権主張国  | 韓国 (KR)                      |          | 161 Kajong-dong, Yuseong-gu, Taejeon Korea            |
|              |                              | (74) 代理人 | 100077481                                             |
|              |                              |          | 弁理士 谷 義一                                              |
|              |                              | (74) 代理人 | 100088915                                             |
|              |                              |          | 弁理士 阿部 和夫                                             |

最終頁に続く

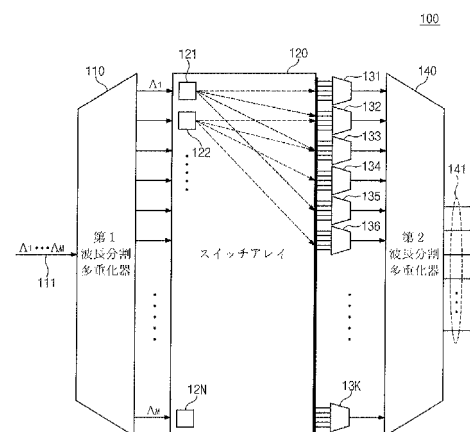
(54) 【発明の名称】 平面導波技術を利用した波長選択スイッチ

## (57) 【要約】

【課題】平面導波技術を利用した波長選択スイッチを提供する。

【解決手段】本発明による波長選択スイッチは、M個の波長チャンネルの光信号の入力を受けて各波長チャンネル別に分離して光伝送線路に出力する第1波長分割多重化器と、前記第1波長分割多重化器から前記M個の波長チャンネル別に出力された光信号の経路をN個の出力ポートのうち何れか一つの出力ポートに変更する前記M個の光スイッチと、前記光スイッチの前記N個の出力ポートのうち一つずつ連結され、前記N個の入力された光信号を結合して出力する(M+N-1)個の光結合器と、前記(M+N-1)個の入力ポート及び前記N個の出力ポートを有し、前記(M+N-1)個の前記光結合器の出力信号が各々前記入力ポートに連結され、前記入力された信号を多重化させて前記N個の出力ポートに出力する第2波長分割多重化器とを含む。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

M（前記 M は、1 より大きい整数）個の波長チャンネルの光信号の入力を受けて各波長チャンネル別に分離して出力する第 1 波長分割多重化器と、

前記第 1 波長分割多重化器から前記 M 個の波長チャンネル別に出力された光信号の経路を N（前記 N は、1 より大きく前記 M より小さいか等しい整数）個の出力ポートのうち何れか一つの出力ポートに変更する前記 M 個の光スイッチと、

前記光スイッチの前記 N 個の出力ポートに各々連結され、前記 N 個の入力された光信号を結合して出力する（ $M + N - 1$ ）個の光結合器と、

前記（ $M + N - 1$ ）個の入力ポート及び前記 N 個の出力ポートを有し、前記（ $M + N - 1$ ）個の前記光結合器の出力信号が各々前記入力ポートに連結され、前記入力された信号を多重化させて前記 N 個の出力ポートに出力する第 2 波長分割多重化器とを含むことを特徴とする波長選択スイッチ。

10

**【請求項 2】**

前記光スイッチのうち I（前記 I は、1 より大きく前記 M より小さい整数）番目光スイッチの J（前記 J は、1 より大きく前記 N より小さい整数）番目出力ポートは、（ $I + J - 1$ ）番目光結合器の入力ポートのうち何れか一つと連結されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

**【請求項 3】**

前記波長選択スイッチは、前記第 1 波長分割多重化器及び前記光スイッチの間に連結され、前記チャンネル別光信号パワーを調節する可変光減衰器或いは光増幅器をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

20

**【請求項 4】**

前記第 1 及び第 2 波長分割多重化器は、配列導波路波長分割多重化器で具現されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

**【請求項 5】**

前記第 1 及び第 2 波長分割多重化器は、反射型回折格子波長分割多重化器に具現されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

**【請求項 6】**

前記光スイッチには、各々入力ポート及び出力ポートが一つずつ追加され、

30

追加された前記入力ポート及び前記出力ポートを利用して複数の波長選択スイッチが連結されることによって前記 N 個よりも多い出力を提供されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

**【請求項 7】**

前記波長選択スイッチは、一つの平面基板に単一集積光素子で具現されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

**【請求項 8】**

前記波長選択スイッチに利用される光素子は、各々光ファイバーを利用して連結されることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択スイッチ。

**【請求項 9】**

40

M（前記 M は、1 より大きい整数）個の波長チャンネルの光信号の入力を受けて各波長チャンネル別に分離して出力する第 1 波長分割多重化器と、

前記第 1 波長分割多重化器から前記 M 個の波長チャンネル別に出力された光信号の経路を N（前記 N は、1 より大きく前記 M より小さいか等しい整数）個の出力ポートのうち何れか一つの出力ポートに変更する前記 M 個の光スイッチと、

前記光スイッチと連結され、（ $N * (M - 1) + (N - 1) * (N - 1) + 1$ ）個の入力チャンネル及び前記 N 個の出力チャンネルを有し、前記入力チャンネルの間の波長間隔は、前記光信号のチャンネル波長の  $1 / N$  であり、前記出力チャンネルの間の波長間隔は、前記光信号のチャンネル波長の  $1 / (N - 1)$  である第 2 波長分割多重化器とを含むことを特徴とする波長選択スイッチ。

50

## 【請求項 10】

前記光スイッチのうち  $I$ （前記  $I$  は、1 より大きく前記  $M$  より小さい整数）番目光スイッチの  $J$ （前記  $J$  は、1 より大きく前記  $N$  より小さい整数）番目出力ポートは、前記第 2 波長分割多重化器の  $(N * (I - 1) + (N - 1) * (J - 1) + 1)$  番目入力ポートに連結されることを特徴とする波長選択スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数の光波長各々の光信号を同時に伝送する波長分割多重化 (wavelength division multiplexing) 光伝送システムで使用される波長選択スイッチ (WWS: Wavelength Selective Switch) に関し、さらに具体的には、平面光導波路技術を利用して簡便な方法で構成することができる波長選択スイッチに関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

波長選択スイッチは、一つの光線路を通して複数の波長を有する多数の光チャンネルが伝送される波長分割多重化光通信システムにおいて、任意の波長に対応する任意の光チャンネルを任意の入出力ポートに自由に入出力できるようにするスイッチである。本発明は、特に 1 より大きい整数  $M$  と  $M$  より小さいか等しい整数  $N$  に対して  $M$  個の波長を伝送する光線路と連結される入力ポートと、 $N$  個の出力ポートを有し前記光線路上の全ての波長に対して前記  $N$  個の出力ポートのうち、任意の出力ポートに自由に出力できる  $1 \times N$  波長選択スイッチに関する。特に、本発明は、平面光導波路集積技術を利用して信頼性の高い波長選択スイッチの製作が可能な波長選択スイッチ構成方法を提供する。

20

## 【0003】

図 1 は、従来の平面導波路技術を利用した波長選択スイッチ 10 の構造を示す図である。図 1 を参照すると、波長選択スイッチ 10 は、入力ポート 11、波長分割多重化器 12、可変光減衰器 13、 $1 \times N$  光スイッチ 14、 $N$  個の波長分割多重化器 15、及び出力ポート 16 を含む。

## 【0004】

まず、複数の波長に対応する複数チャンネルの光信号が入力ポート 11 に入力される。この時、入力された光信号は、波長分割多重化器 12 で各波長別に分離して出力される。前記波長別に分離した光信号は、光導波路を通して可変光減衰器 13 に到達する。

30

## 【0005】

可変光減衰器 13 は、各チャンネル別光信号を適切に調節して各チャンネル間の光パワーのバランスを取る機能を行う。可変光減衰器 13 で適切に光パワーが調節された光信号は、続いて、 $1 \times N$  光スイッチ 14 を通って  $N$  個の出力ポートのうち一つに出力される。 $1 \times N$  光スイッチ 14 の各出力ポートは、各々  $N$  個の波長分割多重化器 15 のうち一つに連結されている。ここで整数  $N$  は、波長選択スイッチ 10 の出力ポートの数と同一である。従って、光スイッチ 14 から出力された光信号は、連結された  $N$  個の波長分割多重化器 15 のうち一つを通して任意の出力ポートに出力される。従って、任意の波長に対してその波長のチャンネルと連結された  $1 \times N$  光スイッチ 14 で光路を調節すると、そのチャンネルの光信号を任意の出力ポートに出力できるようになる。前記波長選択スイッチ 10 は、前記光伝送方向に対して逆方向にも動作するように具現される。

40

## 【0006】

このように、前記従来技術を利用した平面導波路  $1 \times N$  波長選択スイッチ 10 の場合、光部品としては、 $(1 + N)$  個の波長分割多重化器 15 とチャンネル数と同じ数の  $1 \times N$  光スイッチ 14 とが必須的に使用される。ここで、波長分割多重化器 15 は、最も平面導波路で具現し難い素子の一つである。特に、波長分割多重化器 15 を具現するためには、広い面積が必要であり、波長チューニングが難しく不良率が高いので高度の技術が要求される。従って、前記のように多数の波長分割多重化器 15 を要する従来技術の平面導波路

50

波長選択スイッチ 10 の場合、製作が難しくて不良率が高く製品の生産性が低くなる短所がある。上述の波長選択スイッチに対する説明は、特許文献 1 に「Wave length Selective Optical Switch、Optical Multiplexer、Optical Demultiplexer、And Wave length Selective Optical Switch Module」という題目で記載されており、この出願のレファレンスとして含まれる。

【0007】

【特許文献 1】特開 2007 - 148042 号公報

【非特許文献 1】Jin Tae Kim, Choon-Gi Choi, and Hee-Kyung Sung, "Polymer Planar-Lightwave-Circuit-Type Variable Optical Attenuator Fabricated by Hot Embossing Process," ETRI Journal, Vol. 27, No. 1, Feb. 2005, pp. 122-125.

10

【非特許文献 2】Jang-Uk Shin, Dug-June Kim, Sang-Ho Park, Young-Tak Han, Hee-Kyung Sung, Jeha Kim, and Soo-Jin Park, "An Etch-Stop Technique Using Cr2O3 Thin Film and Its Application to Silica PLC Platform Fabrication," ETRI Journal, Vol. 24, No. 5, Oct. 2002, pp. 398-400.

【非特許文献 3】Oh-Kee Kwon, Eundeok Sim, Kang-Ho Kim, Jong-Hoi Kim, Ho-Gyeong Yun, O Kyun Kwon, and Kwang Ryoung Oh, "Widely Tunable Grating Cavity Lasers," ETRI Journal, Vol. 28, No. 5, Oct. 2006, pp. 545-554.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、技術的に具現が難しくコストが高い波長分割多重化器の所要量を最小化する簡単な形態の波長選択スイッチ構造及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明による波長選択スイッチは、M 個の波長チャンネルの光信号の入力を受けて各波長チャンネル別に分離して光伝送線路に出力する第 1 波長分割多重化器と、前記第 1 波長分割多重化器から前記 M 個の波長チャンネル別に出力された光信号の経路を N 個の出力ポートのうち何れか一つの出力ポートに変更する前記 M 個の光スイッチと、前記光スイッチの前記 N 個の出力ポートのうち一つずつ連結され、前記 N 個の入力された光信号を結合して出力する (M + N - 1) 個の光結合器と、前記 (M + N - 1) 個の入力ポート及び前記 N 個の出力ポートを有し、前記 (M + N - 1) 個の前記光結合器の出力信号が各々前記入力ポートに連結され、前記入力された信号を多重化させて前記 N 個の出力ポートに出力する第 2 波長分割多重化器とを含む。

30

【0010】

実施の形態において、前記光スイッチのうち I (前記 I は、1 より大きく前記 M より小さい整数) 番目光スイッチの J (前記 J は、1 より大きく前記 N より小さい整数) 番目出力ポートは、(I + J - 1) 番目光結合器の入力ポートのうち何れか一つと連結されることを特徴とする。

40

【0011】

実施の形態において、前記波長選択スイッチは、前記第 1 波長分割多重化器及び前記光スイッチの間に連結され、前記チャンネル別光信号パワーを調節する可変光減衰器や或いは光増幅器をさらに含む。

【0012】

実施の形態において、前記第 1 及び第 2 波長分割多重化器は、配列導波路波長分割多重化器に具現されることを特徴とする。

【0013】

実施の形態において、前記第 1 及び第 2 波長分割多重化器は、反射型回折格子波長分割多重化器に具現されることを特徴とする。

50

## 【 0 0 1 4 】

実施の形態において、前記光スイッチには、各々入力ポート及び出力ポートが一つずつ追加され、追加された前記入力ポート及び前記出力ポートを利用して複数の波長選択スイッチが連結されることによって前記 N 個よりさらに多い出力が提供されることを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

実施の形態において、前記波長選択スイッチは、一つの平面基板に単一集積光素子に具現されることを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

実施の形態において、前記波長選択スイッチに利用される光素子は、各々光ファイバーを利用して連結されることを特徴とする。

10

## 【 0 0 1 7 】

本発明によるまた他の波長選択スイッチは、M 個の波長チャンネルの光信号の入力を受けて各波長チャンネル別に分離して出力する第 1 波長分割多重化器と、前記第 1 波長分割多重化器から前記 M 個の波長チャンネル別に出力された光信号の経路を N 個の出力ポートのうち何れか一つの出力ポートに変更する前記 M 個の光スイッチと、前記光スイッチと連結され、 $(N * (M - 1) + (N - 1) * (N - 1) + 1)$  個の入力チャンネル及び前記 N 個の出力チャンネルを有し、前記入力チャンネルの間の波長間隔は、前記光信号のチャンネル波長の  $1 / N$  であり、前記出力チャンネルの間の波長間隔は、前記光信号のチャンネル波長の  $1 / (N - 1)$  である第 2 波長分割多重化器とを含む。

20

## 【 0 0 1 8 】

実施の形態において、前記光スイッチののうち I (前記 I は、1 より大きく前記 M より小さい整数) 番目光スイッチの J (前記 J は、1 より大きく前記 N より小さい整数) 番目出力ポートは、前記第 2 波長分割多重化器の  $(N * (I - 1) + (N - 1) * (J - 1) + 1)$  番目入力ポートに連結されることを特徴とする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 9 】

上述の通り、本発明は、平面光導波路技術を利用して二つの波長分割多重化器を使用して簡単に構成することができる波長選択スイッチを提示した。

## 【 0 0 2 0 】

従って、本発明の波長選択スイッチを使用する場合、従来技術の波長選択スイッチに比べて波長分割多重化器の数を大きく減少させることができる。これによって、波長選択スイッチの全体大きさを減少させることができ不良率が低く生産性が高い低価格の波長選択スイッチを製造することができるようになる。

30

## 【 0 0 2 1 】

尚、本発明の波長選択スイッチを使用する場合、追加的な損失の増加無しに複数の波長選択スイッチをお互いに連結して波長選択スイッチの入出力ポート数を効果的に増加させることが可能である。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 2 】

以下、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が本発明の技術的思想を容易に行い得るように、本発明の実施の形態を添付図面に基づき詳細に説明する。

40

## 【 0 0 2 3 】

本発明による平面導波路技術を利用した波長選択スイッチは、2 個の波長分割多重化器で具現される。これによって、本発明の波長選択スイッチは、スイッチング動作の信頼性を高めるのみならず占有面積を減少させ、またコストも減少させることができるようになる。

## 【 0 0 2 4 】

図 2 は、本発明による波長選択スイッチ 100 に対する実施の形態を示す図である。図 2 を参照すると、波長選択スイッチ 100 は、第 1 波長分割多重化器 110、スイッチア

50

レイ 120、光合波器 131 ~ 13K、第 2 波長分割多重化器 140 を含む。図 2 を参照すると、光信号は下記のように行われる。

【0025】

先ず、M 個の波長チャンネルの光信号は、波長分割多重化光伝送線路を通して第 1 波長分割多重化器 110 の入力ポート 111 に入力される。第 1 波長分割多重化器 110 の M 個の出力ポートからは、波長分割多重化光伝送線路から入力された光信号が波長によって各チャンネル別に分離して出力される。従って、第 1 波長分割多重化器 110 は、少なくとも 1 個以上の入力ポート及び少なくとも波長分割多重化光線路のチャンネル数 M 個以上の出力ポートを含む。

【0026】

第 1 波長分割多重化器 110 の各チャンネルから出力された光信号は、 $1 \times N$  光スイッチに入力される。各波長チャンネル別光信号の光パワーを調節するために、第 1 波長分割多重化器 110 の各チャンネルの出力及びこれに連結される  $1 \times N$  光スイッチの間に各々可変光減衰器（図示せず）が挿入されることができる。

【0027】

$1 \times N$  光スイッチの総個数は、光線路の波長チャンネルの総数 M と等しく、全て同時にアレイ形態にパッケージングしてスイッチアレイ 120 を構成する。すなわち、スイッチアレイ 120 には、M 個の  $1 \times N$  光スイッチ 121 ~ 12N が含まれる。ここで、N は M と等しいか小さい整数である。

【0028】

$1 \times N$  光スイッチの N 個の出力各々は、N チャンネル光結合器 131、132、...、13K の入力ポートのうち一つに入力される。この時、 $1 \times N$  光スイッチの出力と連結される N チャンネル光結合器の総数は  $(M + N - 1)$  個である。各々の  $1 \times N$  光結合器 131、132、...、13K から結合された光信号は、 $(M + N - 1)$  個の入力ポート及び N 個の出力ポート 141 を有する第 2 波長分割多重化器 140 に入力される。

【0029】

下記では、本発明による  $1 \times N$  光スイッチと N チャンネル光結合器との間の連結方法に対して詳しく説明する。先ず、一番目チャンネルの  $1 \times N$  光スイッチ 121 の一番目出力ポートは、一番目 N チャンネル光結合器 131 の入力ポートのうち何れか一つに連結される。一番目チャンネルの  $1 \times N$  光スイッチ 121 の二番目出力ポートは、二番目 N チャンネル光結合器 132 の入力ポートのうち何れか一つに連結される。一番目チャンネルの  $1 \times N$  光スイッチ 121 の三番目出力ポートは、三番目 N チャンネル光結合器 133 の入力ポートのうち何れか一つに連結される。前述のように、一番目チャンネルの  $1 \times N$  光スイッチ 121 の N 個の出力ポートは、一番目から N 番目までの N チャンネル光結合器 131 ~ 13N の入力ポートのうち何れか一つに各々連結される。

【0030】

二番目チャンネルの  $1 \times N$  光スイッチ 122 の場合も、一番目光スイッチ 121 と同じ方法によって、光スイッチ 122 の N 個の出力は、二番目から  $(N + 1)$  番目までの N チャンネル光結合器 132 ~ 13  $(N + 1)$  の入力ポートのうち何れか一つに入力される。前述のように、I 番目  $1 \times N$  光スイッチ 12I の J 番目出力ポートは、 $(I + J - 1)$  番目光結合器 13  $(I + J - 1)$  の入力ポートのうち何れか一つに連結される。

【0031】

次に、本発明の波長選択スイッチ 100 の動作原理に対して記述する。先ず、第 1 波長分割多重化器 110 の一番目チャンネル波長の光信号出力は、一番目  $1 \times N$  光スイッチ 121 と一番目から N 番目までの光結合器 131 ~ 13N うち何れか一つを通して、第 2 波長分割多重化器 140 の一番目から N 番目までの入力ポートのうち何れか一つに伝送される。もし、一番目入力ポートに伝送される場合には、第 2 波長分割多重化器 140 の一番目出力ポートに出力される。もし、一番目  $1 \times N$  光スイッチ 121 で光路を変更して二番目光結合器 132 を経て第 2 波長分割多重化器 140 の二番目入力ポートに入力される場合には、第 2 波長分割多重化器 140 の二番目出力ポートに出力される。

10

20

30

40

50

## 【0032】

前述の方法によって、一番目チャンネル波長の光信号は、一番目  $1 \times N$  光スイッチ 121 の連結位置によって第2波長分割多重化器 140 の一番目から  $N$  番目までの任意の出力ポートに出力することが可能である。同一な方式によって、第1波長分割多重化器 110 の  $I$  番目チャンネル波長の光信号出力は、 $I$  番目  $1 \times N$  光スイッチ 121 の連結位置によって第2波長分割多重化器 140 の  $I$  番目から  $(I + N - 1)$  番目入力ポートのうち一つに入力されて、一番目から  $N$  番目までの任意の出力ポートに出力することが可能である。このように、全ての波長チャンネルの光信号は、各々のチャンネル波長に連結された  $1 \times N$  光スイッチの連結位置によって、第2波長分割多重化器 140 の一番目から  $N$  番目までの任意の出力ポートに出力することが可能である。このような本発明の波長選択スイッチ 100 の動作原理は、光信号の伝送方向が記述した方向と反対の場合に対しても同一に適用される。

10

## 【0033】

図3は、本発明による第2波長分割多重化器 140 に対する実施の形態を示す図である。図3を参照すると、第2波長分割多重化器 140 は、 $(M + N - 1)$  個の入力導波路 141、第1スラブ導波路 142、配列導波路 143、第2スラブ導波路 144、 $N$  個の出力導波路 145 を含む。

## 【0034】

本発明による配列導波路波長分割多重化器 140 の場合には、各チャンネル波長が各々の入力チャンネルに対応するポートに入力されると、全ての波長が指定された出力ポートに多重化されて出力される。これは、もし各チャンネル波長が指定された入力ポートから  $I$  番目移動した入力チャンネルに入力されると、出力の場合も、指定された出力ポートから  $I$  番目移動した出力ポートに出力される性質を利用している。

20

## 【0035】

しかし、本発明で利用できる波長分割多重化器は、図3に例示された配列導波路波長分割多重化器に限られないということは当業者にとって自明である。本発明の波長分割多重化器は、反射型回折格子波長分割多重化器など配列導波路波長分割多重化器のように、波長が変更されると出力ポートが移動する特性を有する多様な種類の波長分割多重化器にも使用されることができる。

## 【0036】

一方、本発明の第1波長分割多重化器 110 も、図3に示した波長分割多重化器 140 と同一な構造に具現されることができる。この場合、第1波長分割多重化器 110 は、1 個の入力導波路と  $M$  個の出力導波路で構成される。

30

## 【0037】

図4は、本発明による  $1 \times N$  光スイッチ 121 に対する実施の形態を示す図である。図4に示す  $1 \times N$  光スイッチ 121 は、8 個のポリマー TIR (Total Internal Reflection) 光スイッチ 121\_\_1 ~ 121\_\_8 を利用した  $1 \times 9$  光スイッチである。ここで、TIR 光スイッチ 121\_\_1 ~ 121\_\_8 各々は、ヒータのオン/オフによってスイッチング動作を行う。図4に示すように、ヒータがオフ状態であると、ポリマー TIR 光スイッチ 121\_\_1 は入射光を透過させる。一方、ヒータがオン状態であると、ポリマー TIR 光スイッチ 121\_\_1 は入射光を反射させる。

40

## 【0038】

本発明の  $1 \times 9$  光スイッチ 121 に入力された光信号は、8 個のポリマー TIR 光スイッチ 121\_\_1 ~ 121\_\_8 のうち何れか一つが動作されることによって、9 個の光出力ポートのうち任意の出力ポートに伝送するようになる。

## 【0039】

図4に示す  $1 \times N$  光スイッチ 121 は、ポリマー TIR 光スイッチを利用して具現されたが、本発明の  $1 \times N$  光スイッチが必ずしもこれに限られる必要はないということは当業者にとって自明である。本発明の  $1 \times N$  光スイッチは、MZ 干渉計型光スイッチを利用して構成されるかその他の方法によって光路を変更することができる光スイッチで具現され

50

得る。

【0040】

図5は、本発明によるNチャンネル光結合器131に対する実施の形態を示す図である。本発明のNチャンネル光結合器131は、図5に示す構造以外にもスターカプラーなど多様な構造の光結合器で具現されることができる。

【0041】

一方、Nチャンネル光結合器131は、光信号パワーを $1/N$ に減少させるので損失が発生する。例えば、5チャンネル光結合器の場合、約7dB程度の理論的な光損失が発生する。本発明の波長選択スイッチの場合、損失増加は主に前記光結合器で発生する。従って、このような光損失を低減するためには必然的に光結合器を除去する必要がある。

10

【0042】

図6は、光結合器を除去した本発明の波長選択スイッチ200及びその分岐損失を除去する方法を説明する図である。図6を参照すると、波長選択スイッチ200は、第1波長分割多重化器210、 $1 \times N$ スイッチアレイ220及び第2波長分割多重化器240を含む。ここで第1波長分割多重化器210は、図2に示す第1波長分割多重化器110と同一な構造を有し、 $1 \times N$ スイッチアレイ220は、図2に示すスイッチアレイ120と同一な構造を有する。

【0043】

第2波長分割多重化器240は、分岐器を除去するために $\{N * (M - 1) + (N - 1) * (N - 1) + 1\}$ 個の入力チャンネル数を有する。ここで第2波長分割多重化器240の各入力チャンネル間の波長間隔は、元のチャンネル波長間隔の $1/N$ に変更され、第2波長分割多重化器240の出力チャンネル間の波長間隔は、元のチャンネル波長間隔の $1/(N - 1)$ に変更されるように具現される。前述のように、入力チャンネル数とチャンネル間の波長間隔が変更された第2波長分割多重化器240の入力チャンネルは、光結合器を使用することなく $1 \times N$ 光スイッチの出力ポートに直接連結される。この時、 $1 \times N$ 光スイッチの出力ポートの連結方法では、I番目スイッチのJ番目出力ポートは、変更された第2波長分割多重化器240の $\{N * (I - 1) + (N - 1) * (J - 1) + 1\}$ 番目入力チャンネルに連結される。

20

【0044】

このような方法は、分岐損失が発生するスターカプラーの多重化機能を第2波長分割多重化器240の波長分割多重化機能に統合する方法である。しかし、このような方法を使用すると、光結合器の分岐損失を除去することはできるが、第2波長分割多重化器240の入力ポートの数が大きく増加する短所がある。

30

【0045】

図7は、本発明による複数の波長選択スイッチ301、302が結合して入出力ポートの数を増加させる方法を説明する図である。

【0046】

従来の波長選択スイッチの入出力ポートの数を増加させる方法の場合、第1波長選択スイッチ301のN個の出力のうち一つを第2波長選択スイッチ302の入力ポートと連結する多段連結(cascade)方法が使用される。この場合、出力ポートの総数は、第1波長選択スイッチ301の第2波長選択スイッチ302と連結されない出力ポート( $N - 1$ )個及び第2波長選択スイッチ302の出力ポートN個を足して、 $(2N - 1)$ 個になる。しかし、この場合、多段連結された出力ポートの挿入損失は波長選択スイッチの損失全体が合算されて発生するようになる。

40

【0047】

一方、本発明の好ましい実施の形態による波長選択スイッチを図7に示す方法を利用して連結する場合、多段連結による損失増加は $1 \times 2$ 単位光スイッチの損失程度に過ぎないので、低損失で複数の波長選択スイッチ301、302を連結して出力ポートの数を増加することができる。

【0048】

50

図 7 に示すように、複数の本発明の波長選択スイッチ 301、302 をお互いに連結するために、 $1 \times N$  光スイッチの前段に他の波長選択スイッチと連結するための入力ポート及び出力ポートが各々一つずつ別途に具備される。

【0049】

図 8 は、複数の波長選択スイッチをお互いに連結できるように、 $1 \times N$  光スイッチの代わりに入出力ポートを各々一つずつ加えた  $2 \times (N + 1)$  光スイッチ 321 に変更する方法を説明する図である。

【0050】

図 8 に示すように、変更された  $2 \times (N + 1)$  光スイッチ 321 で増加した出力ポートは、他の波長選択スイッチの増加した入力ポートとチャンネル別にお互いに対応するように連結される。変更された  $2 \times (N + 1)$  光スイッチ 321 を利用して上述の方法を利用して本発明の波長選択スイッチをお互いに連結する場合、第 1 波長選択スイッチ 301 の第 1 波長分割多重化器 310 に入力された光信号は、第 1 波長選択スイッチ 301 の任意の出力ポートに出力されるだけでなく、第 1 波長選択スイッチ 301 の追加された光出力ポートを通して第 2 波長選択スイッチ 302 の追加された光スイッチ入力ポートに入力され、第 2 波長選択スイッチ 302 の任意の出力ポートに出力されることができる。

【0051】

この時、第 1 波長選択スイッチ 301 から出力される光信号と第 2 波長選択スイッチ 302 から出力される光信号の光路をお互いに比べると、 $1 \times 2$  単位光スイッチによって光路が変更されること以外には同一な光素子を通過することが分かる。従って、上述の方法によって複数の波長選択スイッチをお互いに連結しても別途の損失増加が発生しないことが分かる。

【0052】

前述のように、従来技術の波長選択スイッチでは複数の波長分割多重化器が使用された。一方、本発明の波長選択スイッチでは第 1 及び第 2 波長分割多重化器二つだけが使用される。これによって、より簡単に波長選択スイッチを構成することができる。

【0053】

前述のように、本発明の波長選択スイッチの製造方法は、光波路素子製造工程をそのまま使用する。例えば、ポリマー光導波路素子製造方法（非特許文献 1 参照）、シリカ光導波路素子製造方法（非特許文献 2 参照）、半導体光素子製造方法（非特許文献 3 参照）、SiON 光導波路素子製造方法、シリコン光素子製造方法など多様な平面導波路光素子製造方法が使用されることができる。

【0054】

本発明の波長選択スイッチの構成に必要な各々の光素子は、別途に製作されて光ファイバーなどを利用して連結する方式によって構成することができ、全素子を一つの基板に構成する単一光集積回路素子として構成することもできる。

【0055】

また、本発明の波長選択スイッチにおいて、各々の素子に対してお互いに異なる平面導波路製造工程を適用して各々製造した後、光ファイバーなどを利用してお互いに連結する方法を使用して全体波長選択スイッチを構成することができる。

【0056】

一方、本発明の詳細な説明では具体的な実施の形態に対して説明したが、本発明の範囲から離脱しない限度内で多様に変形することができる。従って、本発明の範囲は上述した実施の形態に限定されてはならず、後述する特許請求範囲だけでなくこの発明の特許請求範囲と均等なものなどによって決まるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】従来の技術による平面導波路技術を利用した波長選択スイッチを示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態による波長選択スイッチに対する実施の形態を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態による波長分割多重化器に対する実施の形態を示す図である。

【図 4】本発明の実施の形態による  $1 \times N$  光スイッチに対する実施の形態を示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態による  $N$  チャンネル光結合器に対する実施の形態を示す図である。

【図 6】本発明の実施の形態による光結合器を除去した本発明の波長選択スイッチ及びその分岐損失を除去する方法を説明する図である。

【図 7】本発明の実施の形態による複数の波長選択スイッチが結合して入出力ポートの個数を増加させる方法を説明する図である。

【図 8】複数の波長選択スイッチをお互いに連結するように  $1 \times N$  光スイッチの代わりに入出力ポートを各々一つずつ加えた  $2 \times (N + 1)$  光スイッチに変更する方法を説明する図である。

【符号の説明】

【0058】

100、200、301、302 波長選択スイッチ

110、140、210、240、340、342 波長分割多重化器

111 入力ポート

120、220、320、322 スイッチアレイ

121 ~ 12N、321 光スイッチ

121 \_\_ 1 ~ 121 \_\_ 8 ポリマー TIR 光スイッチ

131 ~ 13K 光結合器

140、240 第 2 波長分割多重化器

141 出力ポート

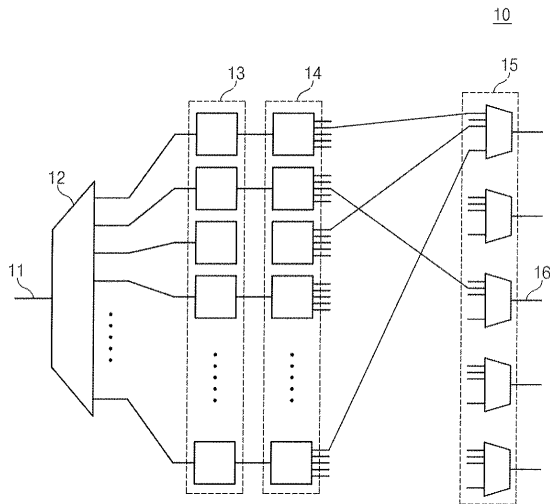
142、144 スラブ導波路

143 配列導波路

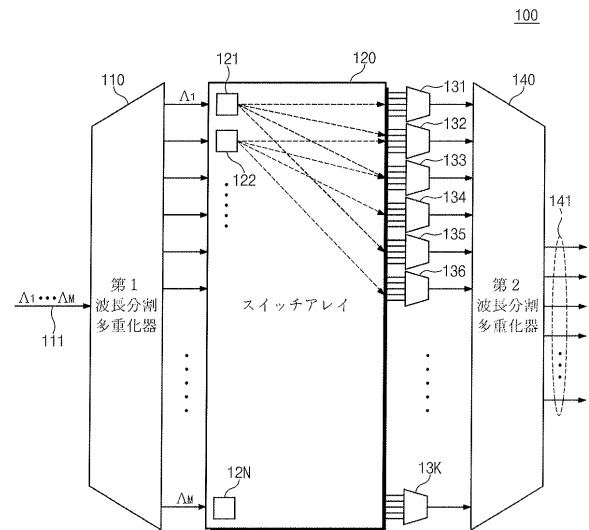
10

20

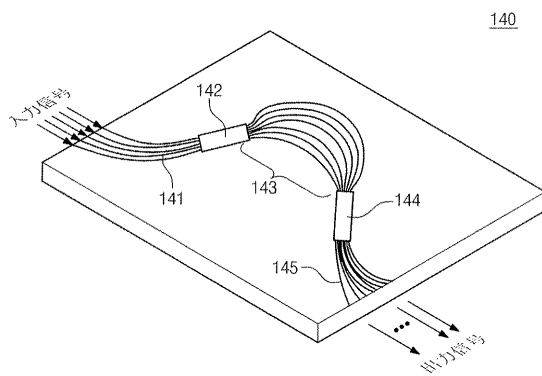
【図 1】



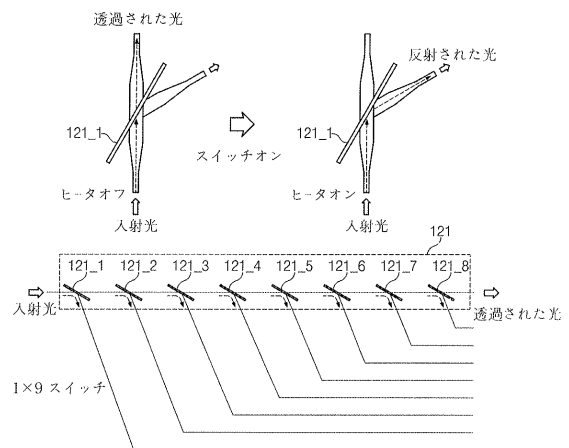
【図 2】



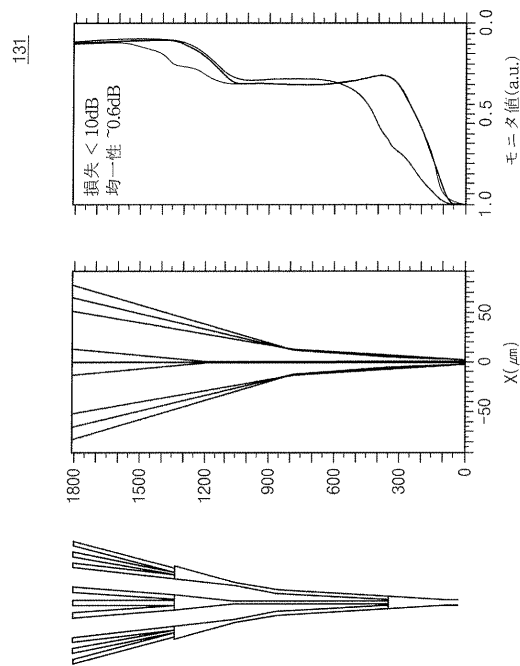
【図 3】



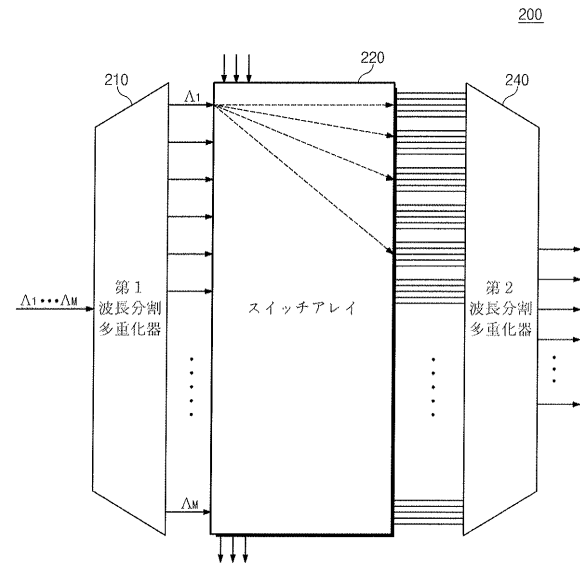
【図 4】



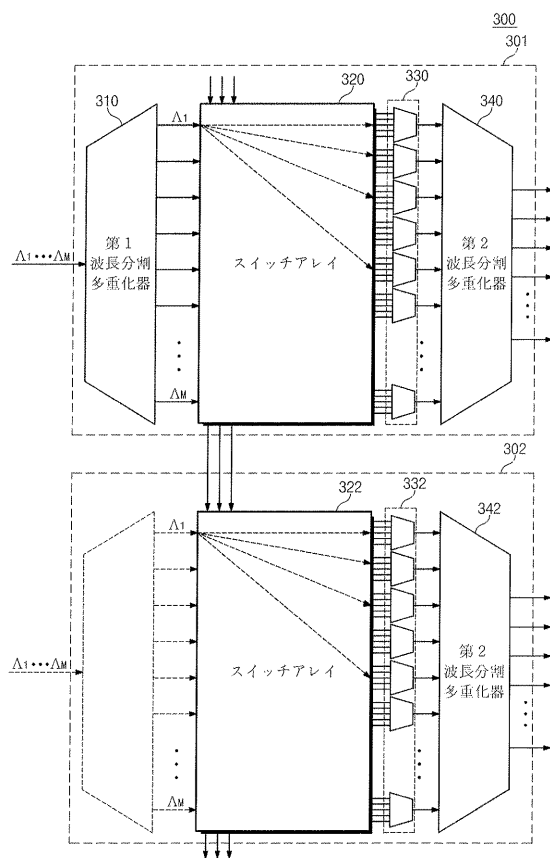
【図 5】



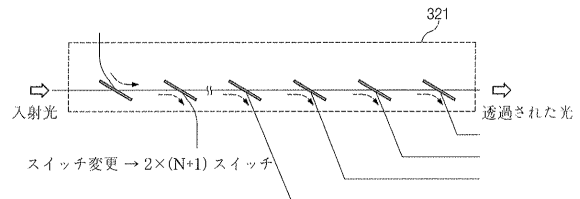
【図 6】



【図 7】



【図 8】



## フロントページの続き

- (72)発明者 シン チャン - ウク  
大韓民国 テジョン ユソング バンソクドン 6 1 3 バンソク マウル アpartment ナ  
ンバー 6 0 2 - 2 5 0 1
- (72)発明者 ハン ヨン - タク  
大韓民国 テジョン ソグ ウォルピョンドン 2 6 6 ペハップ アpartment ナンバー 1  
0 7 - 7 0 4
- (72)発明者 ハン サン - ピル  
大韓民国 テジョン ソグ ウォルピョンドン (番地なし) チンダルレ アpartment ナン  
バー 1 0 8 - 4 0 3
- (72)発明者 バク サン - ホ  
大韓民国 テジョン ユソング オウンドン (番地なし) ハンビット アpartment ナンバ  
ー 1 1 8 - 1 3 0 1
- (72)発明者 ペク ヨン - スン  
大韓民国 テジョン ユソング チョンミンドン (番地なし) エキスポ アpartment ナン  
バー 2 0 7 - 5 0 4

F ターム(参考) 2H079 AA06 AA12 BA01 CA05 CA07 DA17 EA03 EB27 GA04 KA20  
2H147 AB02 AB03 AB17 AB18 AB32 BE04 BE13 BE23 CD02 CD04  
EA12A EA12B EA12C EA14A EA14B EA14C EA16A EA16B EA16C